

소아에서의 급성 신성신부전의 임상적 고찰

인제대학교 부산백병원 소아청소년과

권은지 · 정지미 · 정우영

= Abstract =

Clinical Analysis of Acute Intrinsic Renal Failure in Neonates and Children

Eunji Kwon, M.D., Ji Mi Jung, M.D. and Chung Woo Yeung, M.D.

Inje University, College of Medicine, Department of Pediatrics, Busan Paik Hospital

Purpose : The present study is an investigation of the progression and prognosis of acute intrinsic renal failure in neonates and children with a diagnosis of acute renal failure or other diseases on admission.

Methods : This research is based on a retrospective analysis conducted on 59 patients (male:female=2.2:1) diagnosed with acute intrinsic renal failure between January 2000 and June 2006 at Busan Paik Hospital. The clinical diagnostic criteria of acute renal failure used was serum creatinine <1.2 mg/dL, oliguria with urine output ≤ 0.5 mL/kg/hr and anuria with urine output <50 mL per day.

Results : Among those placed under investigation, 7 patients were neonates, 10 patients were 2 months-2 years old, 12 patients were 3-6 years old, 21 patients were 7-12 years old and 9 patients were 13-16 years old. It took 3.1 ± 2.8 days on average until the diagnosis was made. The urine output distribution was 21 persons for the oliguria group, and 36 persons for the non-oliguria group, and 2 persons for the anuria group. For the underlying causes, 30 persons were classified in the primary renal disease group, 14 persons in the infection group, 9 persons in the malignancy group, and 6 persons were categorized in another group. As for age distribution, the infected group was predominantly neonates, whereas the dominant age ranges for the primary renal disease and infection categories were 2 months to 2 years old. Also, the primary renal disease was dominant among older children, aged 3 and up. No difference was detected according to seasonal prevalence. However, there was a high morbidity rate among hemolytic uremic syndrome diagnosed in the summer. Peritoneal dialysis was used to treat 4 patients. It took 10.0 ± 6.7 days until the patients improved. 18 patients died. The non-oliguria group's mortality rate was lower than other groups. There was a high mortality rate in the neonates and malignancy group.

Conclusion : Acute renal failure in childhood seems to take a better clinical course than in adulthood when there is an early diagnosis and proper treatment of underlying diseases. (*J Korean Soc Pediatr Nephrol* 2008;12:30-37)

Key Words : Acute Renal Failure, Renal Type, Children

접수 : 2008년 3월 7일, 승인 : 2008년 4월 14일

책임저자 : 정우영, 부산광역시 부산진구 개금동 633-165, 인제대학교 부산백병원 소아청소년과

Tel : 051)890-6290 Fax : 051)895-7785

E-mail : serra0522@naver.com

서 론

대상 및 방법

급성 신부전이란 어떤 원인에 의해 신기능이 급격히 저하됨으로써 야기되는 임상증후군이다. 그 정의는 일체되어 있지 않지만 혈청 크레아티닌치가 연령별 정상범위의 상한치 이상 지속되는 경우, 기준치에 비하여 0.5 mg/dL 또는 50% 이상 증가하거나 크레아티닌 청소율이 50% 이상 감소된 경우, 혹은 투석을 필요로 할 만큼 신기능이 감소된 경우등으로 다양하다[1-3].

급성 신부전은 진단과 원인에 따른 적절한 치료를 위하여 일반적으로 신전성, 신성 그리고 신후성으로 분류하는데, 신전성 신부전은 신장 허혈에 의한 생리적인 반응으로 인해 신기능은 저하되어 있으나 신장은 본질적으로 정상인 상태이다. 신성 신부전은 혈관, 사구체, 간질이나 세뇨관의 병변으로 인해 신기능이 저하되는 상태이며 신후성의 경우는 요관의 폐색과 같은 비뇨기계의 구조적인 문제로 인해 신기능이 저하되는 경우이다[4]. 신전성과 신후성 신부전의 경우는 원인질환의 교정만으로도 대부분 신기능의 회복이 가능하지만 신성 신부전은 급성신부전증의 보존치료 뿐만 아니라 원인질환에 따른 전문적인 치료를 요한다. 소아 환자의 경우에 급성신부전환아 중 50%정도가 신성 신부전인 것으로 보고되고 있다[5]. 그러므로 신성 신부전의 경우 선행질환이 동반된 경우에는 동반질환에 대한 정확한 평가와 더불어 신부전에 대한 신속하면서도 적절한 치료가 예후에 큰 영향을 미치게 된다[6].

급성신부전으로 진단된 소아 환자 중 신성 신부전에 대한 다양한 원인적 질환에 대한 분석이 중요하지만 국내에서 이에 대한 연구는 소수에 불과하여[7-9] 원인질환의 분석 및 임상양상에 대한 연구를 실시하였다.

연구는 2000년 1월부터 2006년 6월까지 부산백병원 소아청소년과에 입원한 환자 중 신성 급성 신부전으로 진단된 59명의 환아를 대상으로 하였다. 대상 환아에는 입원 당시 급성 신부전으로 진단되었거나 다른 질환으로 입원하여 치료를 받던 중 급성 신부전증이 발생한 경우를 모두 포함하였다. 본 연구에서 급성 신부전은 선행하는 요인에 의한 이상 신기능을 나타내는 임상적, 생화학적 변화가 있을 때로 혈청 크레아티닌치가 1.2 mg/dL 이상 지속되거나 기저치에 비해 2배 이상 증가한 경우로 정의하였다. 모든 환아는 요 검사상 요 비중이 1.010 미만이었으며 침전 소변 검사시 고배율 시야에서 20개 이상의 적혈구가 보이는 혈뇨와 dipstick 검사에서 2+ 이상의 단백뇨를 동반하였다. 환아들을 다시 연령별, 성별에 따라 분류하였고, 원인질환에 따라 원발성 신질환군, 감염군, 종양군 및 기타군으로 다시 세분하였다. 원발성 신질환군에는 신증후군, 연쇄상 구균감염후 사구체 신염 및 용혈성 요독 증후군이 포함되었는데, 신증후군의 경우에는 FENa가 2% 이상이고 소변나트륨 농도가 40 mEq/L이면서 소변의 삼투압이 350 mOsm/L 이하인 경우로 한정하였고, 감염군은 감염으로 인해 신장실질이 영향을 받은 경우로 특히 패혈증은 10일 이상의 유효순환량 감소가 동반되는 경우로 한정하였으며, 종양군은 종양자체의 신 침범이 있거나 다장기 부전이 동반되는 경우를, 기타군은 다장기 부전을 동반하는 뇌내 출혈을 비롯한 전신질환이 있는 경우로 하였다[5]. 그리고 요량에 따른 분류에서 핏뇨는 소변량이 0.5 mL/kg/hr 이하였고 무뇨는 소변량이 50 mL/day 이하인 경우로 정의하였다.

결 과

1. 연령 및 성별에 따른 분류

연령별 분류는 신생아, 2개월-2세, 3-6세, 7-12세로 나누었는데, 각각 7명(12%), 10명(17%), 12명(20%), 21명(36%), 9명(15%)으로 7-12세군이 가장 많았다(Fig. 1). 성별분류에서는 남녀 비는 약 2.2:1로 남아가 많았으며 전체 환자의 급성 신부전의 진단까지 평균 소요기간은 3.1 ± 2.8 일이었으며 내원당시 이미 급성신부전으로 진단된 경우가 32명으로 전체 환자의 54.2%를 차지하였다.

2. 요량에 따른 분류

요량별 분류에서는 피뇨군 21명(35.6%), 비피뇨군 36명(61.0%) 및 무뇨군 2명(3.4%)으로 전체적으로 비피뇨군이 더 많았으며, 무뇨군 2명은 모

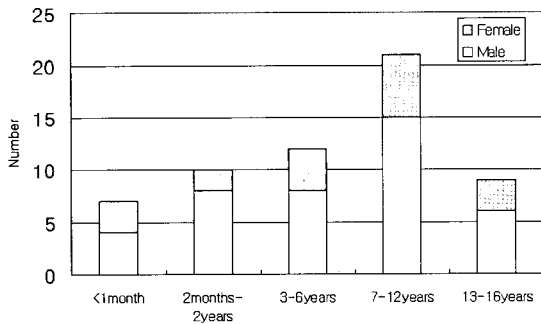


Fig. 1. Age and sex distribution in children with acute renal failure.

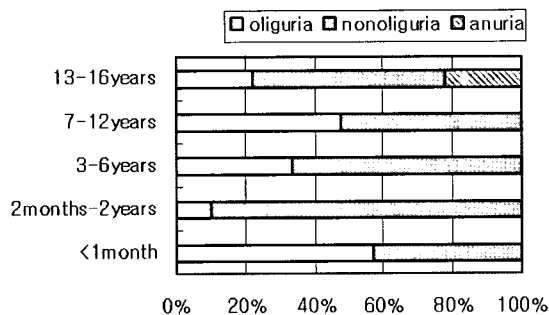


Fig. 2. The urine amount in children with acute renal failure according to age distribution.

두가 13-16세군에서 발생하였다(Fig. 2).

3. 원인질환에 따른 분류

원인질환별 분류에서는 크게 원발성 신질환군, 감염군, 중앙군 그리고 기타군의 4개 군으로 분류하여 살펴보았는데 이들 중 원발성 신질환군이 30명(50.8%)으로 가장 많았다(Table 1). 이를 세분하여 살펴보면 신증후군이 14명이었으며 이들 중 4명에서 실시한 신장 조직 검사에서 초점성 분절성 사구체 경화증, 반월체성 사구체신염, IgA 신병증 및 미세변화 신염이 각각 1명이었다. 나머지 10명은 스테로이드 반응성 신증후군으로 이들에서는 신장 조직 검사를 실시하지 않았다. 다음으로 연쇄상 구균감염후 급성 사구체 신염과 용혈성 요독증후군이 각각 16.9%, 10.2%를 차지하였다. 감염군의 경우에는 패혈증이 13.5%로 가장 많았고 이외 폐렴, 세균성 뇌수막염, 헤르페스성 뇌염과 간염이 포함되었다. 중앙군은 9명(15.5%)으로 질환별로는 백혈병이 가장 많았으며 이외 뇌종양, 부신피질종양, 간세포종양, 횡문근육종증과 율름씨 종양등이었다. 기타군에서는 다장기 부전을 동반한 뇌내출혈 및 가와사키병, 확장성 심근염, 태변흡입증후군, 혈액탐식증후군과 골수섬유증이 있었다.

이러한 원인질환들을 요량에 따라 살펴본 결과 전체적으로 비피뇨군이 많았는데 이는 감염군과 기타군에서 두드러지게 나타났다(Fig. 2).

4. 연령에 따른 원인 질환분류

연령별 분류에서는 나이가 어린 경우에는 감염으로 인한 신부전이 높은 빈도를 보이다가 연령이 증가함에 따라 중앙과 원발성 신질환군에서의 발병 빈도가 증가하였다(Table 2). 각 질환들을 세분하여 살펴보면 신생아때는 감염군이 많았는데 특히 패혈증이 5명으로 가장 많았다. 2개월-2세군에서도 감염군이 가장 높은 빈도를 보였으며 이중 용혈성 요독 증후군이 3명이었다. 3-6세군과 7세-12세군에서는 원발성 신질환군이 많았다. 13-16세군에서는 원발성 신질환군 4명, 중앙군 3명이었다.

Table 1. Causes of Acute Renal Failure and Pattern of Urine Amount

Diseases	No.of cases(%)	No. of cases		
		Oliguria	Non oliguria	anuria
Primary renal disease	30(50.8)			
nephrotic syndrome	14(23.7)	7	7	
PSAGN	10(16.9)	4	6	
HUS	6(10.2)	2	4	
Infection	14(23.7)			
bacterial meningitis	1(1.7)		1	
sepsis	8(13.5)	3	5	
pneumonia	3(5.1)		3	
herpetic encephalitis	1(1.7)		1	
hepatitis	1(1.7)		1	
Malignancy	9(15.5)			
adrenocortical cancer	1(1.7)	1		
brain tumor	2(3.5)	1	1	
hepatocellular carcinoma	1(1.7)		1	
rhabdomyosarcoma	1(1.7)	1		
Wilms tumor	1(1.7)		1	
AML	1(1.7)		1	
ALL	2(3.5)	1		1
Others	6(10.2)			
intracranial hemorrhage	1(1.7)		1	
Kawasaki disease	1(1.7)		1	
DCMP	1(1.7)		1	
hemophagocytic syndrome	1(1.7)			1
MAS	1(1.7)	1		
myelofibrosis	1(1.7)		1	

Abbreviations : PSAGN, poststreptococcal acute glomerulonephritis; HUS, hemolytic uremic syndrome; AML, acute myeloid leukemia; ALL, acute lymphoid leukemia; DCMP, dilated cardiomyopathy; MAS, meconium aspiration syndrome

5. 발생계절에 따른 분류

발생계절에 따른 발생빈도는 살펴보면 봄철과 가을철에 발생한 경우가 각각 12명으로 전체의 20.34%를 차지하였고, 여름철에 발생한 경우가 20명(33.9%)이었으며 겨울철은 15명(25.42%)이었다. 계절별 급성 신부전의 발생빈도는 특이한 차이가 없으나 질환별로 살펴볼때 용혈성 요독 증후군 환자 6명 모두가 여름철에 발생한 것이 특이하였다.

6. 치료

대부분의 환자에서 보존적 치료만으로도 경과가 호전되었으나, 이중 용혈성 요독 증후군 3명과

반월체성 사구체 신염환자 1명은 복막투석 치료를 받았다.

7. 경과 및 예후

전체 환자중 18명의 환자가 사망하였는데 이는 전체의 30.5%에 해당하였다. 호전된 환자의 경우 호전까지의 평균기간은 10.0 ± 6.7 일이었다. 호전된 환자의 원인질환별 분류를 보면 원발성 신질환군 22명, 감염군 10명, 기타군 4명으로 대부분의 원발성 신질환군 환자에서는 양호한 경과를 보여주고 있음을 알 수 있다. 환자 중 만성신부전으로 이행된 경우는 1명이었다. 요량별 분류에 따른 사망률

Table 2. Causes of Acute Renal Failure according to Age Distribution

Age	Causes	No. of patients
<1 month	bacterial meningitis	1
	sepsis	5
	MAS	1
2 months-2 years	Nephrotic syndrome	1
	ALL	1
	HUS	3
	pneumonia	2
	sepsis	2
	intracranial hemorrhage	1
	DCMP	1
3-6 years	nephrotic syndrome	4
	PSAGN	1
	rhabdomyosarcoma	1
	sepsis	1
	pneumonia	1
	HUS	3
	kawasaki disease	1
7-12 years	PSAGN	6
	nephrotic syndrome	8
	brain tumor	1
	adrenocortical ca.relapse	1
	AML	1
	hepatocellular carcinoma	1
	herpetic encephalitis	1
	sepsis	1
	hepatitis	1
	13-16 years	PSAGN
nephrotic syndrome		1
brain tumor		1
Wilm's tumor		1
ALL		1
myelofibrosis		1
hemophagocytic syndrome		1

Abbreviations : MAS, meconium aspiration syndrome; ALL, acute lymphoid leukemia; HUS, hemolytic uremic syndrome; DCMP, dilated cardiomyopathy; PSAGN, poststreptococcal acute glomerulonephritis; AML, acute myeloid leukemia

은 궤뇨균 11명(61.1%), 비궤뇨균 5명(27.7%) 및 무뇨균이 2명(11.1%)으로 궤뇨균의 사망률이 비궤뇨균보다 높았다. 무뇨균 2명 모두는 사망하였다. 연령별로는 신생아가 7명중 4명(57.1%)으로 사망률이 가장 높았으며 2개월-2세군 4명, 3-6세

Table 3. Causes of Acute Renal Failure according to Age Distribution

Age	Causes	No. of patients
<1 month	sepsis	3
	MAS	1
2 months-2 years	nephrotic syndrome	1
	ALL	1
3-6 years	pneumonia	2
	DCMP	1
	rhabdomyosarcoma	1
7-12 years	pneumonia	1
	AML	1
	adrenocortical tumor relapse	1
13-16 years	hepatocellular carcinoma	1
	ALL	1
	brain tumor	1
	Wilms tumor	1
	hemophagocytic syndrome	1

Abbreviations : MAS, meconium aspiration syndrome; ALL, acute lymphoid leukemia; DCMP, dilated cardiomyopathy; AML, acute myeloid leukemia

군 2명, 7-12세군 3명 및 13-16세군 4명이었다. 연령별 사망 원인은 신생아는 패혈증 3명, 태변흡인증후군 1명이었고 2개월-2세군은 폐렴2명, 신증후군, 급성림프구성백혈병, 확장성심근병증 각각 1명이었으며, 3-6세군은 횡문근육종증과 폐렴이 각각 1명, 7-12세군은 급성골수성백혈병, 부신피질종양, 간세포성암종 각 1명, 13-16세군은 급성림프구성백혈병, 뇌종양, 윌름씨종양의 각1명, 혈구탐식성증후군 1명으로 신생아를 제외한 전 연령에서 종양 환자의 사망률이 높았는데 이들의 경우에는 다장기 부전을 동반하여 사망한 경우가 대부분이었다(Table 3).

고 찰

급성 신부전이란 선행하는 요인에 의해 급속한 신기능 저하가 지속되어 체내 대사중 발생하는 혈청요소 및 크레아티닌과 전해질 및 유기산 등의 대사산물이 체내에 축적되어 과칼륨혈증, 대사성

산증, 체내수분과다 등의 증상이 나타나는 임상적 증후군이다[10, 11]. 급성 신부전의 진단을 위해서는 연령을 고려한 자세한 병력청취와 신체검진의 실시 및 이들의 임상증상과 검사정보를 정확하게 판독하는 것 등이 중요하다. 원인질환이 이미 존재하고 있을 때에는 소변양의 변화에 유의하며 소변 및 혈액검사 및 신장초음파 등의 영상검사를 통해 접근하는 것이 도움이 된다[4].

급성 신부전의 원인질환에 따른 분류로는 신전성, 신성 및 신후성 원인에 의한 분류가 흔히 사용되는데[12], 신전성 신부전은 신장의 허혈에 따라 사구체 여과율의 감소로 인해 나타나며 신후성 신부전의 경우는 요도 및 방광의 원인으로 인한 요폐색에 의해 신기능이 저하되는 경우이다. 신성 신부전의 경우는 사구체, 세뇨관, 간질이나 혈관의 구조적인 원인이 있는 경우로 그 원인이 다양하다. Robert 등[5]은 크게 신혈관 질환, 사구체신염, 간질성신염, 감염, 신실질침범질환, 결체조직질환과 세뇨관괴사로 분류하였다. 이들은 지속적인 신전성 신부전의 결과로 인한 신허혈, 신독소에의 노출과 혈색소 뇨증으로 인한 세뇨관괴사가 많은 것으로 보고하였다[5, 13]. 그러나 실제 환자들을 평가함에 있어서 신전성과 신성의 원인적 분류가 명확하지 못한 경우가 많다. 특히 감염균이나 신증후군에 있어서 신전성과 신성의 분류기준과 검사실 성적의 판정기준이 일치되지 않으며 신성과 신전성의 특징을 동시에 갖고 있는 경우도 존재한다. 혈액검사와 요검사를 이용하여 신성 원인을 감별하는데 혈청 요소와 크레아티닌의 비율이 20 이상, FENa 2% 이상, 소변 삼투압농도 350 mOsm/L 이하인 경우와 소변 비중이 1.010 이하인 경우 이를 뒷받침할 수 있다[14]. 또한 현미경적 혈뇨만으로는 신성 원인질환을 뒷받침하지 못하나 육안적 혈뇨가 동반되었을 때는 신성원인의 가능성이 높다[5] 본 연구에서는 혈뇨의 상태도 진단기준에 포함하였다. 이 등은 원인질환의 차이는 연령이 증가하면서 감염보다 원발성 신장질환에 의한 신부전의 비율이 높다고 보고하고 있는데[16] 본 연

구에서도 같은 양상을 보였다. 1982년 박 등은 소아의 급성 신부전을 나이에 구분없이 총 22례중 신성원인으로 13례를 보고하였고 손 등은 1984년 보고에서 1세 미만의 급성신부전 19례중 3례를 신성 원인으로 분류하였으며, 1세 이상에서는 총 59례중 38례가 신성원인이며 이중 27례가 급성 사구체 신염이 원인이었다고 보고하였다[7, 8]. 이상의 국내보고에서 보는 바와 같이 소아 급성 신부전의 원인으로 신성원인의 비율이 높으며 이중 급성 사구체신염이 대다수를 차지하고 있다. 본 연구에서도 원발성 신질환군이 전체환아의 40.9%를 차지하였다.

요량에 따라서는 피뇨성과 비피뇨성으로 분류하였을 때, 소아에서는 비피뇨성의 비율이 높으며 임상적 경과에서는 피뇨성 신부전이 비피뇨성 신부전증보다 일반적으로 더 중한 경과를 취하며 사망률도 높다고 보고되고 있는데[16-18] 이는 본 연구에서도 같은 결과를 보였다.

신성 급성 신부전의 치료는 그 원인 질환에 대한 치료와 더불어 신부전의 증상 및 이의 정도에 따라 수분 및 염분의 제한, 고혈압, 전해질 장애, 산염기 평형장애 등을 교정하는 보존적 치료를 실시하며 무뇨상태가 지속되거나 보존적 치료로 회복되지 않을 경우는 신대체요법으로 복막투석, 혈액투석 및 지속적 신대체요법등을 시행하여야 한다[19]. 소아에서의 급성 신부전은 어른에 비해 좋은 경과를 취하는 것으로 알려져 성인에서는 사망률이 50-60%로 보고되나 소아에서는 1972년까지 33%이었던 사망률이 이후 20%로 줄었으며 조기 발견 및 적절한 치료로 훨씬 좋은 성과가 보고되고 있다[20, 21]. 소아에서 신성 급성 신부전의 주요한 원인 질환의 하나로 생각되는 용혈성 요독 증후군은[15, 22], 대부분 장출혈성 대장균의 독소에 의해 생기며 용혈성 빈혈과 혈소판감소증 및 급성 신부전의 임상 증상을 나타내는 질환인데 조기 진단 후 적극적인 치료를 통해 좋은 경과를 얻을 수 있으므로 중요하게 생각되고 있다. 본 연구에서는 대부분의 경우 보존적 치료만으로도 회복

되었으며 단 4명의 환아에서 복막투석을 실시하였고 이들의 예후는 양호하였다.

소아의 급성 신부전 환아에서 심한 기저질환이 있는 경우와 나이가 어린경우는 예후가 불량한 것으로 보고되고 있는데[23], 본 연구에서도 신생아기의 사망률이 가장 높았고 기저질환별로는 중양균과 감염균의 사망률이 높았으며 특히 백혈병환아의 사망률이 100%인 것으로 나타났는데 이는 중양자체에 의한 사망률과도 관련이 있는 것으로 생각된다.

이미 앞서서도 언급한 바와 같이 신성 급성 신부전의 진단적 정의를 보고자에 따라 다양하며, 일부 환자의 경우에는 양쪽의 특성을 함께 갖고 있어서 이를 명확하게 분류하기가 어렵다. 또한 병원마다 내원하는 환자의 특성이나 지역 내에서의 병원의 역할에 따라 급성 신부전 환자의 양상도 달라질 수 있다. 따라서 본 논문은 이러한 제한점을 가지고 있다.

소아에서의 신성 급성 신부전은 본 연구에서 보는 바와 같이 조기 진단을 통해 기저질환의 적절한 치료와 함께 보존적 요법 및 필요한 경우 신대체 요법을 실시하여 많은 수의 환자에서 정상적인 신기능의 회복을 기대할 수 있으므로 조기에 급성 신부전을 인식하고 적극적인 치료를 시행하는 것이 중요할 것으로 생각한다.

한 글 요약

목적 : 소아 연령에서 입원 당시 혹은 다른 질환으로 입원하여 치료를 받던 중에 발생한 신성 급성 신부전의 임상적 특징과 경과 그리고 예후에 대해 분석하였다.

방법 : 2000년 1월부터 2006년 6월까지 부산백병원 소아청소년과에 입원한 환자 중 신성 급성 신부전으로 진단된 59명을 대상으로 하였다. 진단 기준은 혈청 크레아티닌치가 1.2 mg/dL 이상이거나 기저치에 비해 2배 이상 증가한 경우로 하였다. 펩뇨는 소변량이 0.5 mL/kg/hr 이하이며 무뇨는

<50 mL/day로 정의하였다.

결과 : 전체 환자의 성별 비는 2.2:1로 남아에게 많았으며 연령별 분포는 신생아 7명, 2개월-2세 10명, 3-6세 12명, 7-12세 21명, 13-16세 9명이었다. 신부전의 진단까지 평균 기간은 3.1 ± 2.8 일이었다. 소변량에 따른 분류는 펩뇨군 21명, 비펩뇨군 36명 및 무뇨군 2명이었다. 원인 질환별 분류에서는 원발성 신질환군 30명, 감염군 14명, 중양균 9명 및 기타군 6명이었다. 연령별 분류에서는 신생아는 감염군, 2개월-2세는 신질환과 감염군과 3세 이상에서는 신질환군이 많았다. 계절별 발생 빈도는 차이가 없었으나 여름철에 용혈성 요독증후군의 발생이 많았다. 투석치료는 4명에서 복막투석을 시행하였다. 호전까지의 평균기간은 10.0 ± 6.7 일이었다. 경과 중 18명이 사망하였는데 비펩뇨군의 사망률이 낮았다. 연령별로는 신생아가 원인별로는 중양균의 사망률이 각각 높았다.

결론 : 소아에서의 신성 급성 신부전은 조기 진단과 기저질환의 적절한 관리로 대부분의 환자에서 정상적인 신기능의 회복을 기대할 수 있으며 성인에 비해 양호한 임상적 경과를 보였다.

참 고 문 헌

- 1) Chan JC, Williams DM, Roth KS. Kidney failure in infants and children. *Pediatr Rev* 2002;23:47-60.
- 2) Moghal NE, Brocklebank JT, Meadow SR. A review of acute renal failure in children: incidence, etiology and outcome. *Clin Nephrol* 1998;49:91-5.
- 3) Reimold EW, Don TD, Worthen HG. Renal failure during the first year of life. *Pediatrics* 1977;59:987-94.
- 4) Hahn HW. Acute renal failure. *Korean J Pediatr* 2007;50:948-953
- 5) Robert JA, Robert WS. Acute renal failure. In: Gottschalk, Carl W, editors. *Diseases of the kidney and urinary tract*. 7th ed. Boston: Little Brown 1993:1093-136.
- 6) Paniagua GG, Jones LV. Acute renal failure.

- Pediatr clin North Am 1976;23:817-28.
- 7) Park BL, Yoon DK, Han KS, Kim PK. Acute renal failure in children. Korean J Pediatr 1982;25:141-7.
 - 8) Son CL, Chung SH, Park YH, Lee KS, Koo JH. Acute renal failure in children. Korean J Pediatr 1984;27:146-55.
 - 9) Jang CK, Lee IH, Cha SH, Cho BS. Prognostic factors of renal type acute renal failure in neonates and children. Korean J Nephrol 1995;14:465-72.
 - 10) Kim KB, Lee KJ, Kim HC. Clinical observations on acute renal failure. Korean J of Med 1983;26:243-50.
 - 11) Kim SS, Kang ET, Yu SH. Clinical study of acute renal failure treated by hemodialysis. Korean J of Med 1990;39:783-93.
 - 12) Turney JH, Marshall DH, Brownjohn AM, Ellis CM, Parsons FM. The evolution of acute renal failure, 1956-1988. QJ Med 1990;74:83-104.
 - 13) Garabed E. Acute renal failure associated with tubulointerstitial nephropathies. In: Barry M, Brenner J, Micael L, editors. Acute renal failure. 2nd ed. New York: Chuchill living stone, 1993: 491-534.
 - 14) Ahn HS, Hong CE. Pediatrics. In: Ahn HS. Seoul: DaeHan 2007:886-900.
 - 15) Lee SS, Choi YM, Bae CW, Cha SH, Cho BS. Clinical observations of oliguric acute renal failure in children J Korean Pediatr Soc 1999;42:1419-25.
 - 16) Anderson RJ, Linas SL, Berns AS, Henrich WL, Miller TR, Gabow PA, et al. Nonoliguric acute renal failure. N Engl J Med 1977;19:296:1134-8.
 - 17) Anand SK, Northway JD, Crussi FG. Acute renal failure in newborn infants. J Pediatr 1978;92:985-8.
 - 18) Mathew OP, Jones AS, James E, Bland H, Groshong T. Neonatal renal failure: usefulness of diagnostic indices. Pediatrics 1980; 65:57-60.
 - 19) Fisher RP, Griffen WO Jr, Reiser M, Clark DS. Early dialysis in the treatment of acute renal failure. Surg Gynecol Obstet 1966;123: 1019-23.
 - 20) Hodson EM, Kiellstrand CM, Mauer SM. Acute renal failure in infants and children: outcome of 53 patients requiring hemodialysis treatment. J Pediatr 1978;93:756-61.
 - 21) Niaudet P, Haj-Ibrahim M, Gagnadoux MF, Broyer M. Outcome of children with acute renal failure Kidney Int suppl 1985;17:148-51.
 - 22) Andreoli SP. Acute renal failure in the newborn. Semin Perinatol 2004;28:112-23.
 - 23) Barletta GM, Bunchman TE. Acute renal failure in children and infants. Curr Opin Crit Care 2004;10:499-504.